綠蘆筍葉綠素形成影響因子之研究（第二報）

Studies on the Factors of Chlorophyll Formation in Green Asparagus (*Second Report*)

王 進 生

by

Ching-sheng Wang

摘 要

畦向對嫩莖葉綠素之形成有相關，以「南北向」者含量多於「東西向」，此因南北向感光量較爲豐富所致。土壤及管理同樣條件下，單位面積內，施用氮素之處理，以高量者之嫩莖葉綠素含量多於低量者。在酸性土壤中，施用白雲石灰對嫩莖葉綠素之增加頗有效應。氣溫亦爲影響葉綠素形成的重要因子，不論晴、雨天，一般在25-30℃下，嫩莖葉綠素形成較速且含量亦較高。產品貯放時間長短及貯放之環境對嫩莖葉綠素之保存有顯著影響，隨著貯存時間的加長，有促使葉綠素消滅之趨向，至於貯存之適溫以5°C最佳。

緒 論

本省栽培綠蘆筍葉綠素之形成因子之研究，自民國五十九年筆者開始進行試驗研究以來，六十一年一月已有部份研究結論，整理登載於「中國園藝」第十八卷第一期，供請各先進專家及同道參考指教，相隔近一年中又就耕種技術對葉綠素之形成關係和嫩莖（原料）貯法對鮮度保持之影響等整理付梓提供參考。

材料及方法

本研究各項試驗所需葉綠素測定用之嫩莖樣本，在取樣時單支重量，長度，頂部形狀等力求一致，所採嫩莖直徑以9.6mm 以上，單支重以10-11g 爲標準，俾減少因樣本不一所造成之誤差。此外；採收時間一律爲下午2時開始，每一樣本至少抽測四次以上求其平均值作爲一重複，同時各處理區中，如採收之樣本不足以供用四次測定之需量時則不予測定，務使人爲誤差減少至最低程度。試驗項目如下：

一、畦向對嫩莖葉綠素之影響：供試品種爲UC #309（一年生），行距1.2公尺，株距30公分，採收期間留母莖三枝，除畦向分「東西向」及「南北向」等二處理，其他施肥，管理均一致，每處理八畦，畦長4.5公尺。

二、氮素施用量對嫩莖葉綠素形成之關係：供試品種爲美麗華盛頓（二年生），行距1.2公尺，株距30公分，留莖數分爲「留二枝」及「留四枝」等兩種，氮素施用量分多量處理（每10公畝100公斤）及少量處理（每10公畝50公斤），磷、鉀肥每10公畝各爲30公斤及40公斤，分十次平均施用。

三、施用白雲石灰對嫩莖葉綠素形成之關係：供試土質爲 pH 値4.5之酸性砂質壤土（測取表土15公分），供試品種爲UC#309（四年生），白雲石灰施用量每10公畝分80公斤（少量區）及160公斤（多量區）等二處理，施用後即灌水，經二星期再割除母莖，實施不留莖採收，藉之避免受其他形成因子之影響，致失試驗之準確性。

四、氣溫與嫩莖葉綠素之形成關係：供試品種爲美麗華盛頓（八年生），試驗期間自民國61年8月4日至61年10月23日止，由於係利用原有之「栽植密度試驗」圃辦理，爲消除本試驗受株距不同發生技術偏

本文原載於中國園藝第十九卷第一期

差起見，乃於採收嫩莖期間實施不留莖，以求嫩莖光照一致及免因植株莖葉疏密不均，造成影響，再因植株實施不留莖，採收時間不覺因而縮短，而氣溫變化對嫩莖葉綠素形成的消長需賴長期觀察，且為求供試樣本規格一致起見，乃在試驗開始前，將試驗區劃分成四個小區，每小區面積45平方公尺（三畦），當一小區內之樣本不足或規格不合標準時，即另換他小區採收，如此繼續抽測，以免中斷。

五、嫩莖在貯藏期間葉綠素含量之變化：供試嫩莖（原料）係採自嘉義縣新港鄉，品種為UC#309，於採收後在產地先行冷却，置於5℃之冷藏庫中，翌日以專車（常溫）經8小時之運送抵本場，先抽取1公斤實施溫度處理前之葉綠素測定，然後再分別置於5、10、15及25℃之冷藏庫中，每樣本均以塑膠袋裝置（另設專供CO_2測定之樣本，則以塑膠袋密封），另為配合貯期觀察，每種溫度處理再分成2、4及6天等三種不同之貯期計12個樣本每一樣本均為一公斤，藉以測定不同溫度及貯藏時間長短對嫩莖葉綠素之變化。

結果及討論

光照為促進嫩莖葉綠素形成之重要因子，在本省之氣候條件下，需賴留莖採收始有良好之收穫，惟留莖畢竟造成遮蔭，經本試驗得知，畦向與嫩莖受光度影響頗大，故其造成之葉綠素含量差異至為明顯，由表一及表二顯示，無論晴、雨天均以「南北向」所產嫩莖之葉綠素含量較高，「東西向」則因受光度較為不足致含量低，由此栽培綠蘆筍時為促進嫩莖綠化，畦向應採用「南北向」。

表一 畦向對嫩莖葉綠素形成之關係

Table 1. The relationship of row direction to the chlorophyll content of green asparagus

天氣 Weather	重複 Duplication / 畦向 Direction of row	葉綠素含量 (Content of chlorophyll) (mg/kg) I	II	III	IIII	平均 Average
晴 Sunny	南北向 N - S direction	209.06	241.34	202.46	198.88	212.93 *
	東西向 E - W direction	174.90	184.65	159.51	164.62	170.92
雨 Rainy	南北向 N - S direction	145.42	136.67	146.98	119.58	137.16 *
	東西向 E - W direction	113.06	109.14	114.62	92.84	107.41

*5％顯著 5％ of significant

按植物生理而言，氮素為促進葉綠素形成的要因之一，由表三得知，氮素確對嫩莖葉綠素之形成具有正相關，由於晴天條件下，少有嫩莖綠度不足之現象，本試驗着重在五月下旬至七月陰雨天情況下之探討，結果顯示相同留莖數時，施用多量氮肥區要比少量區之葉綠素含量較豐富，差異顯著，至於晴天條件是否有同樣結果，容待日後再行試驗。

蘆筍雖屬深根性作物，貯藏根長可達3公尺深，然其吸收根仍主要分佈於表土30公分處，若土壤為酸性土，常因有效鎂及鈣之缺乏，導致葉綠素形成受阻，經本試驗在pH4.5之土壤施用白雲石灰結果，發現嫩莖葉綠素有顯著增加，綠度亦因而大有改觀，由表三得知，多量處理區（每10公畝用160公斤）較少量處理區（每10公畝用80公斤）之葉綠素含量高，若與對照區比較，差距尤為顯著，證明酸性土壤確有施用

白雲石灰以補充鎂鈣之必要，惟為免鎂與鉀發生拮抗作用，影響鎂之吸收效果，故在酸性土壤應分次施用白雲石灰，同時在土壤反應未中和至pH6.2 - 6.8前，應酌減鉀肥之施用量以促進鎂之吸收。

表二 陰雨期氮素施用量對嫩莖葉綠素之關係（mg／kg）

Table 2. The relationship of nitrogen application to the chlorophyll content of green asparagus during rainy season

處理代號 Code No.	A_a	A_b	B_a	B_b
平均值 Means	144.06	130.01	116.23	94.35
第一線 (1st line)	————	————	………	
第二線 (2nd line)		————	————	
第三線 (3rd line)				………

A：氮素多量區（Heavy nitrogen applied area），B：氮素少量區（Light nitrogen applied area）。

a：母莖二枝（With 2 mother stalks），b：母莖四枝（With 4 mother stalks）.

表三 白雲石灰施用量對於葉綠素之形成關係（mg／kg）

Table 3. The relationship of dolomite lime application to the chlorophyll contents of green asparagus

重複 Duplication / 處理 Treatments	I	II	III	IIII	平均 Average
多量區 Heavy applied	198.03	199.95	173.12	209.84	195.24 **
少量區 Light applied	153.28	151.66	156.19	189.60	162.68 *
對照區 Check（不施用）	136.24	129.27	135.19	167.83	142.13

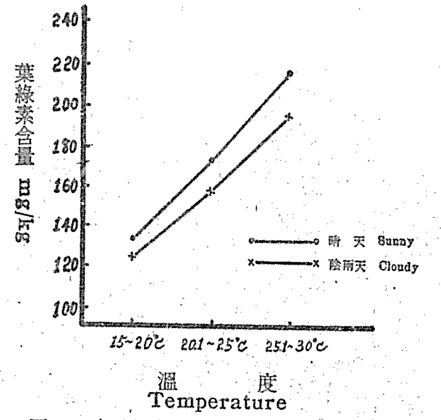
*5％顯著 5％ of significant

**1％顯著 1％ of significant

氣溫高低與嫩莖葉綠素形成有直線相關，氣溫在20° C以下，葉綠素含量低，隨著氣溫之上昇葉綠素亦就因而遞增，當氣溫在25-30°C時，含量呈顯著大幅增加，玆將氣溫與嫩莖葉綠素形成關係列如圖一。

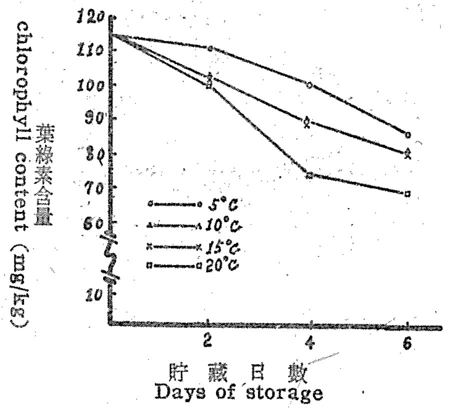
嫩莖貯藏期間之溫度環境及日數久暫，對其含有之葉綠素有非常密切的關係，由圖二顯示，在四種不同處理溫度下，嫩莖葉綠素皆有隨貯藏時間加長而降低之趨向，溫度越高，消減越速，如溫度達20° C時，經二天後頂部開始腐爛且葉綠素劇減，惟10-15°C時，則無明顯差異，以本試驗結果來看，嫩莖貯存適溫以5°C較佳，約可保鮮四天。

再查嫩莖葉綠素之所以隨貯藏日數之累增而遞減之原因，乃係與嫩莖變化有關，蓋因嫩莖經貯藏後，CO_2即行累積增高，至高峰時再行下降，復行上升時組織開始劣變，葉綠素乃受破壞，CO_2之累積變化如圖三。



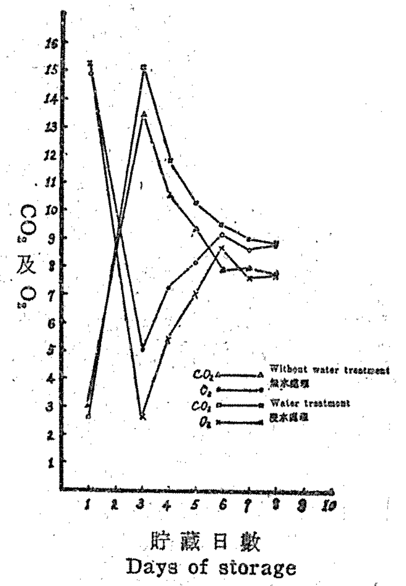
圖一 晴天與陰雨天溫度對綠蘆筍嫩莖葉綠素含量之影響

Fig. 1 The effect of temperature on the chlorophyll content of green asparagus during sunny and cloudy day



圖二 蘆筍嫩莖貯藏數對葉綠素含量之影響

Fig. 2 The relationship of storage temperature to the decreasing of chlorophyll content of green asparagus



圖三 蘆筍嫩莖貯藏期中 CO_2 及 O_2 之變化

Fig. 3 The comparison of respiration rate between cold water precooling and untreatment after 8 hours transit and storage at 5°C.

綜合本研究各項試驗得知如下結論：

一、栽培綠蘆筍，爲確保日後採收之嫩莖綠度符合標準，對於畦向之選擇，務需考究，即在地形容許下，於整地作畦時應以「南北向」規劃設計以增進嫩莖葉綠素之含量。

二、在雨季，氮素肥分容易被流失，而氮素又爲促進葉綠素形成的重要元素，因此必需施用適量氮肥以爲補充，至於氮素肥料之選用亦不宜偏重於速效性，應配合施用遲效性之氮肥，以免雨期之植株缺氮而影響嫩莖葉綠素之形成。

三、土質適合，但土壤反應屬於酸性時，應於整地前以白雲石灰作全園施用，藉補充鎂鈣元素之不足，以增加葉綠素含量，一般土壤反應在pH4.5-5.4時每10公畝需施用 160 公斤之白雲石灰。

四、依氣溫對嫩莖葉綠素之影響觀之，推測高屏及嘉南地區所產綠蘆筍之綠度應較中北部爲佳，據本場於61年 3-5 月間委請高雄區農業改良場於上午九時採收該地之樣品測定結果，其平均每公斤含量約在125-135mg 左右，已合標準色度，故爲一適合早期（ 3-5 月）及晚期（9-11月）生產綠蘆筍之地區。

五、目下一般貿易商在辦理綠蘆筍外銷之作業過程中，多係以常溫專車自產地運抵臺北機場空運外銷，由於長途的貯運，產品不免因而劣變，經此次之試驗證明，如原料先經冷却再以常溫車裝運，必致變質，應改用冷氣車，俟抵機場後再裝上備有低溫設備之飛機接運，如此實施一貫式的低溫貯運，可使嫩莖減少CO_2之急劇累積，方能保持鮮度及顏色佳美。

參考文獻

1. B.S. Meger and D.B. Anderson.Plant Physiology 1962 p. 303
2. 杉山直儀編 野菜の發育生理と栽培技術 1967 p.370-461
3. 古谷雅樹，宮地重遠等 光合成 1971 p.181-189
4. 平井馬造，鈴木直治 感染生化學 1970 p.103-117

Summary

Row direction was considered important in determining the amount of sunlight which the plant received. Result indicated that the chlorophyll content of spears harvested in the rows of north-south direction were higher than that of spears harvested in the rows of east-west direction. Therefore, it was a good way to adopt the row of north-south direction for green asparagus with mother stalk culture. It was evident that the heavy nitrogen application (100kg/1000M² per year, divided into 10 times) could accelerate the chlorophyll formation of the green spears with mother stalk culture during rainy season. The application of dolomite lime (160kg/1000M²) increased the chlorophyll content of spears. It was obvious that the application of $MgCO_3$ was effective for chlorophyll formation in asparagus which are planted in the acidic sandy loam. The chlorophyll formation in green spears increased most rapidly during the temperature range between 25°-30°C, despite of that the weather was sunny or not. After 8 hours transit and storage at various temperature, the most rapid decreasing of the chlorophyll content of raw materials was at 20°C, the least was at 5°C. The reason was due to the increasing respiration rate accelerated the texture decay of raw materials.